

ANALISA TEKNIK DIVERSITY PADA GELOMBANG MILLIMETER UNTUK IMPLEMENTASI WIRELESS BROADBAND

Hani'ah Mahmudah¹, Ari Wijayanti¹

¹Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS, Surabaya 60111
Email : haniah@eepis-its.edu

Abstrak Peningkatan layanan akses pita lebar berbasis nirkabel atau *Broadband Wireless Access (BWA)* yang menggunakan frekuensi diatas 10 GHz sehingga untuk implementasi sistem komunikasi BWA diperlukan adanya estimasi redaman hujan. Estimasi redaman hujan SST multilink dipengaruhi beberapa faktor yaitu intensitas hujan sebagai fungsi waktu, data cuaca berupa kecepatan dan arah angin serta letak suatu link digunakan untuk mengimplemantasikan teknik diversity menggunakan teknik combining SC, EGC dan MRC dengan panjang link sama dan sudut antar link lebih dari 90° dan direkomendasikan dengan teknik *Selection Combining (SC)* mampu memberikan diversity gain sampai 8 dB untuk panjang link 1 km, diversity gain sampai 17 dB untuk panjang link 2 km dan diversity gain sampai 28 dB untuk panjang link 3 km.

Kata Kunci – diversity gain, SC, EGC dan MRC

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi layanan broadband yaitu *high speed internet, digital video, audio broadcasting, video conference* dan lain-lain dengan kapasitas tinggi dan bandwidth lebar dari suatu pemancar sentral ke pelanggan dengan menggunakan *Broadband Wireless Access (BWA)* atau *Local to Multipoint Distribution System (LMDS)* terus meningkat dengan cepat [1]. LMDS adalah sistem komunikasi *fixed wireless access, line of sight (LOS) point to multipoint* yang beroperasi pada frekuensi gelombang millimeter yaitu antara 20-40 GHz dan bandwidth yang tersedia sekitar 1 – 3 GHz. Sedangkan di Indonesia perkembangan jaringan akses wireless menggunakan jaringan akses wireless untuk layanan akses pita lebar berbasis nirkabel atau *Broadband Wireless Access (BWA)* merupakan teknologi akses yang menawarkan akses data/internet berkecepatan tinggi dan berkemampuan menyediakan layanan kapan dan dimanapun dengan menggunakan media nirkabel. Layanan BWA yang tersedia antara lain akses internet pita lebar, *VoIP/Teleponi*, Multimedia,

layanan on demand. Untuk memenuhi kebutuhan layanan BWA di Indonesia mempunyai beberapa alokasi spektrum frekuensi salah satunya pita frekuensi 10,5 GHz [2].

Permasalahan pada sistem komunikasi yang menggunakan frekuensi diatas 10 GHz adalah mempunyai redaman yang cukup besar terutama redaman yang disebabkan oleh hujan sehingga bisa menurunkan performansi dari sistem komunikasi [3]. Untuk desain sistem komunikasi jaringan akses wireless untuk layanan akses pita lebar berbasis nirkabel atau *Broadband Wireless Access (BWA)* yang menggunakan gelombang millimeter sangat memerlukan informasi tentang statistik redaman hujan. Dalam hal ini sangat perlu memperhatikan parameter redaman hujan untuk dalam perancangan link budget sehingga bisa diperoleh analisa performansi sistem komunikasi yang handal terhadap redaman hujan. Salah satu metode untuk perhitungan redaman hujan untuk link yang panjang maka diperlukan statistik untuk memprediksi redaman hujan yang mempertimbangkan sifat-sifat mikrofisik dan makrofisik menggunakan data dari pengukuran langsung curah hujan dan data cuaca dengan mempertimbangkan arah dan kecepatan angin menggunakan metode statistik *Synthetic Storm Technique (SST)* untuk memprediksi redaman hujan sepanjang link [4][5][6].

Statistik redaman hujan SST dengan memodelkan beberapa lintasan komunikasi, sehingga dapat digunakan untuk beberapa teknik mitigasi untuk mengatasi redaman hujan. Teknik mitigasi memanfaatkan pemodelan beberapa lintasan komunikasi salah satunya menggunakan teknik diversity yaitu *cell-site diversity* sehingga sistem komunikasi wireless untuk layanan akses pita lebar berbasis nirkabel pada gelombang millimeter dapat diaplikasikan [1] [9].

Pada penelitian ini tentang analisa diversity gain untuk mengatasi efek redaman hujan dengan teknik diversity yaitu *cell-site diversity* menggunakan teknik combining yaitu metode *Selection Combining (SC)*, *Equal Gain Combining (EGC)* dan *Maximal Ratio Combining (MRC)*. Untuk perhitungan statistik redaman hujan menggunakan *Synthetic Storm Technique*

(SST) dengan memodelkan beberapa lintasan komunikasi (*multilink*) dengan asumsi bahwa lokasi link reference adalah Timur-Barat, dan letak link yang lain berada pada arah berlawanan jarum jam dengan beda sudut antar link 45° , 90° , 135° and 180° terhadap link reference. Panjang link komunikasi adalah 1-3 km [9].

2. METODOLOGI

Sistem pengukuran intensitas hujan menggunakan raingauge di lokasi PENS-ITS Surabaya. Sedangkan pengukuran kecepatan dan arah angin diperoleh dari BMG Juanda, Surabaya. Data intensitas hujan, kecepatan dan arah angin digunakan untuk menghitung redaman hujan SST multilink sepanjang lintasan dihitung tiap-tiap event hujan. Hasil perhitungan redaman hujan SST multilink [10] digunakan untuk menghitung diversity gain dengan teknik combining.

Perhitungan diversity gain menggunakan teknik combining menggunakan skenario diversity seperti Gambar 1. Teknik combining adalah teknik yang sangat sederhana yaitu *Selection Combining* (SC). Jika daya yang diterima dari hub adalah P_n dengan $n=1,2$. Output SC adalah

$$P_{SC} = \max(P_1, P_2) \quad (2)$$

Teknik yang lain adalah *Equal-gain combining* (EGC) dan *Maximal-ratio Combining* (MRC). Daya output dari EGC

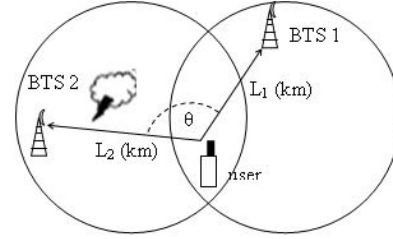
$$P_{EGC} = 10 \log_{10} \left[\left(\psi_1^{1/2} + \psi_2^{1/2} \right)^2 / 2 \right] \quad (3)$$

dan daya output MRC adalah

$$P_{MRC} = 10 \log_{10} (\psi_1 + \psi_2) \quad (4)$$

dengan $\psi_n = 10^{P_n/10}$ untuk $n=1,2$ dalam skala linear. Perhitungan diversity gain pada *outage probability* adalah $G(p) = A(p) - A_d(p)$ [3].

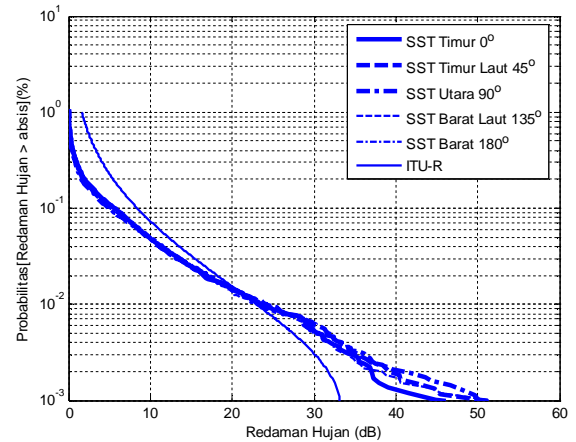
Pada perhitungan diversity gain diasumsikan link referensi di Timur (T) kemudian dilakukan perhitungan diversity gain sebagai fungsi sudut pada link referensi timur terhadap timur laut (T-TL) dengan sudut antar link 45° , timur dengan utara (T-U) dengan sudut antar link 90° , timur dengan barat laut (T-BL) dengan sudut antar link 135° dan timur dengan utara (T-U) dengan sudut antar link 180° .



Gambar 1. Skenario teknik diversity

3. ANALISA SISTEM

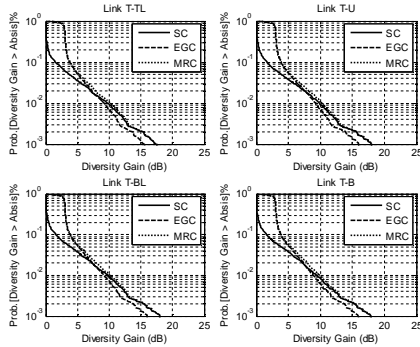
Hasil perhitungan redaman hujan SST *multi link* untuk letak link dengan perubahan sudut 0° sampai 180° berlawanan dengan arah jarum jam dibandingkan dengan ITU-R P.530-10. Gambar 2 untuk outage probability antara 0,1% sampai 0,01% menunjukkan bahwa redaman hujan SST mendekati redaman hujan ITU-R P.530-10. Pada outage probability kurang dari 0,01 % redaman hujan SST mempunyai redaman hujan yang lebih besar dibandingkan dengan ITU-R P.530-10 [10].



Gambar 2. Redaman hujan SST multilink frekuensi 30 GHz, polarisasi horisontal, panjang link 1 km [10].

Hasil perhitungan redaman hujan SST multilink digunakan untuk perhitungan diversity gain dengan hasil perbandingan diversity gain sebagai fungsi letak link komunikasi maka pada link komunikasi T-BT (135°) dan link komunikasi T-B (180°) mempunyai diversity gain yang lebih besar dibandingkan diversity gain pada link komunikasi T-TL(45°) dan T-U (90°). Outage probability antara $2 \cdot 10^{-3}\%$ dan 0,1% MRC mempunyai diversity gain yang lebih besar dibandingkan dengan EGC. Dan SC mempunyai diversity gain paling kecil dibandingkan EGC dan MRC. Sedangkan untuk probabilitas antara $2 \cdot 10^{-3}$

3% dan $0,001\%$ diversity gain EGC dan MRC mempunyai diversity gain yang lebih besar dibandingkan dengan SC seperti terlihat pada Gambar 3.



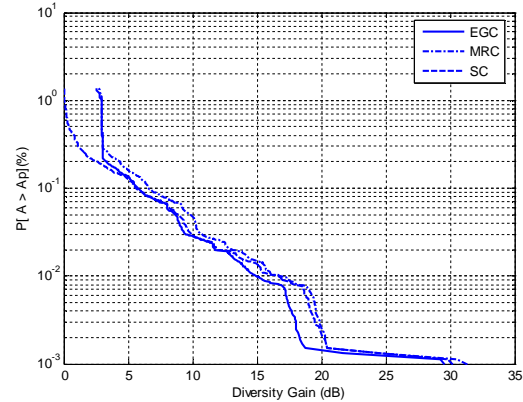
Gambar 3. Diversity gain link fungsi sudut antar link, frekuensi 10 GHz, polarisasi horisontal, panjang link 1 km.

Untuk hasil perbandingan diversity gain untuk panjang link 2 km dan sudut antar link 180° dengan teknik combining SC, EGC dan MRC untuk outage probability lebih dari $0,1\%$ SC mempunyai diversity gain yang kecil yaitu kurang dari 2 dB sedangkan pada diversity gain EGC dan MRC dengan nilai mendekati 3 dB. Outage probability antara $2 \cdot 10^{-2} \%$ sampai $0,1\%$ teknik SC mempunyai diversity gain mendekati EGC tetapi diversity gain yang terbesar dihasilkan oleh MRC. Untuk EGC menghasilkan diversity gain paling kecil dibandingkan SC dan MRC seperti terlihat pada Gambar 4.

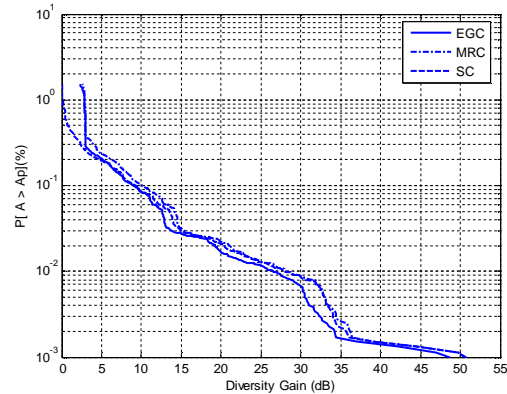
Diversity gain dengan panjang link 3 km dan sudut antar link 180° menggunakan teknik combining SC, EGC dan MRC. Untuk probabilitas lebih dari $3 \cdot 10^{-1} \%$ diversity gain EGC dan MRC mempunyai diversity gain yang kecil dengan nilai mendekati 3 dB sedangkan SC mempunyai diversity gain mendekati nilai sekitar 4 dB. Pada probabilitas kurang dari $3 \cdot 10^{-1} \%$ SC mempunyai diversity gain mendekati MRC yang mempunyai nilai diversity gain terbesar. Sedangkan EGC menghasilkan diversity gain paling kecil dibandingkan SC dan MRC seperti terlihat pada Gambar 5.

Dalam perhitungan diversity gain yang terbesar diperoleh dengan perhitungan diversity gain metode SC dengan hasil diversity gain mendekati diversity gain MRC dan diversity gain terkecil dihasilkan oleh diversity gain EGC. Dan perbandingan diversity gain sebagai fungsi letak link komunikasi maka pada link komunikasi T-BT (135°) dan link komunikasi T-B (180°) mempunyai diversity gain yang lebih besar dibandingkan diversity gain pada link komunikasi T-TL (45°) dan T-U (90°). Sehingga untuk

mengatasi efek redaman hujan pada sistem LMDS dapat diimplementasikan teknik cell-site diversity dengan menggunakan teknik SC dan sudut antar link komunikasi lebih besar dari 90° mempunyai nilai diversity gain yang besar, lebih sederhana dibandingkan MRC sehingga implementasinya lebih mudah dan murah.



Gambar 4. Diversity gain link dengan sudut antar link 45° , frekuensi 30 GHz, polarisasi horisontal, panjang link 2 km.



Gambar 5. Diversity gain link dengan sudut antar link 45° , frekuensi 30 GHz, polarisasi horisontal, panjang link 3 km.

4 KESIMPULAN

Estimasi SST multilink dapat diaplikasikan untuk teknik cell-site diversity karena mempunyai lebih dari satu lintasan dalam perhitungan redaman hujan dan memperhatikan karakteristik intensitas hujan temporal, kecepatan dan arah angin. Untuk mengatasi efek redaman hujan pada sistem LMDS dapat diimplementasikan teknik

cell-site diversity dengan menggunakan teknik SC, EGC dan MRC dan mampu memberikan diversity gain sampai 8 dB untuk panjang link 1 km, diversity gain sampai 17 dB untuk panjang link 2 km dan diversity gain sampai 28 dB untuk panjang link 3 km. Sedangkan implementasinya teknik diversity menggunakan teknik SC karena mampu memberikan diversity gain yang besar dan mendekati teknik MRC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Panagopoulos A D. and Kanellopoulos J.D, "Cell-Site Diversity Performance of Millimeter-Wave Fixed Cellular Systems Operating at Frequencies Above 20 GHz ", *IEEE Antennas And Wireless Propagation Letters*, Vol. 1, hal. 183-185, 2002.
- [2] Dirjen Postel, "Penataan spektrum frekuensi radio Layanan akses pita lebar berbasis Nirkabel (Broadband Wireless Access/BWA)", 2009.
- [3] Kanellopoulos J.D, Koukolas S.G, "Outage Performance Analysis of Route Diversity Systems of Cellular Structure, *Radio science Vol.26, Number 4*, hal.891-899, 1991.
- [4] Rogers R.R, "Statistical Rainstorm Models : Their Theoretical And Physical Foundations", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation* , July, hal. 547-565, 1976.
- [5] Kanellopoulos J. D. dan Kafetzis P, "Comparison of the synthetic Storm Technique with a Conventional Rain Attenuation Prediction Model", *IEEE Transaction on Antennas and Propagation* , Vol AP-34 no. 5, hal 713-715, 1986.
- [6] F.P. Fontan, A. Nunez, A. Valcarce and U.C.Fiebig,"Converting Simulated Rain-rate Series into Attenuation Series Using the Synthetic Storm Technique", COST 280 PM9104 3rd International Workshop, June 2005.
- [7] Sotirios A. Kanellopoulos, Athanasios D. Panagopoulos, Emilio Matricciani and John D. Kanellopoulos,"Annual and Diurnal Slant Path Rain Attenuation Statistic in Athens Obtained with the Synthetic Storm Technique", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol 54 No. 8 August 2006.
- [8] B.C Gremont and M. Filip," Spatio-Temporal Rain Attenuation Model for Application to Fade Mitigation Techniques ", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol 52 No. 5 August 2004.
- [9] Hendrantoro G, Bultitude R.J.C dan Falconer D.D "Use of Cell-site Diversity in Millimeter-wave Fix Cellular System to Combat the Effects of Rain Attenuation", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 20, No.3, hal. 602-614, 2002.
- [10] Mahmudah H, Wijayanti A, Hendrantoro G, Mauludiyanto A, Matshusima, "Analysis of Rain Attenuation Statistics in Surabaya using Synthetic Storm Technique for Tropical Millimeter-Wave Wireless Design", *Wireless Optical Communication Network WOCN*, 2008.
- [11] Haniah M, Ari W, "Korelasi Redaman Hujan Synthetic Storm Technique (SST) Untuk Design Wireless Broadband", Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI), 2009.